

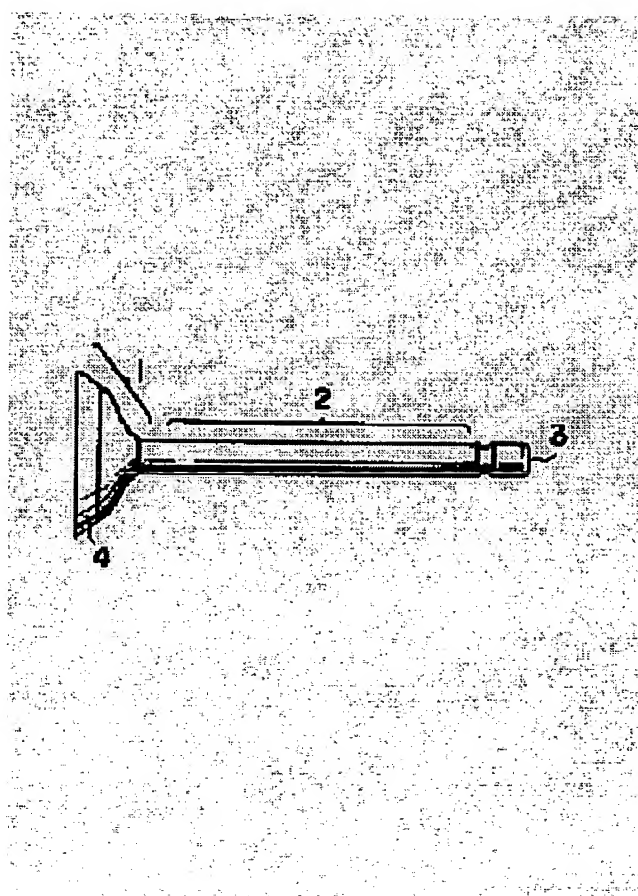
## ENGINE VALVE MADE OF TITANIUM ALLOY AND ITS PRODUCTION

**Patent number:** JP11117056  
**Publication date:** 1999-04-27  
**Inventor:** TAKAYAMA ISAMU; TAKAHASHI KAZUHIRO; YAMAZAKI TATSUO  
**Applicant:** NIPPON STEEL CORP  
**Classification:**  
- international: C23C8/10; C22F1/18; C23C8/02; F01L3/02  
- european:  
**Application number:** JP19970277631 19971009  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP11117056

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To evade the occurrence of heat treating strains in a valve and to improve its fatigue strength by composing it of a metastable &beta; type titanium alloy and imparting wear resistance at least to the surface of a shaft part by oxidation treatment.

**SOLUTION:** In the metastable type titanium alloy, deformation caused by gravity in heating at the time of inexpensive oxidation treatment hardly occurs even if its structure is the one after hot working, and, moreover, its fatigue strength is remarkably improved by aging treatment. It is essential that the shaft part 2 of an engine valve is subjected to oxidation treatment, and moreover, by subjecting the face part 4 of a bevel part 1 to oxidation treatment as well, there is no need of using an expensive copper series valve seat. As for the production of the engine valve, a valve crude shape material is obtd. from a metastable &beta; type titanium alloy rod by hot working such as hot extrusion or the like, successively, its dimensions are finished by machining, and, thereafter, wear resistance is imparted thereto by oxidation treatment. The hot working is executed preferably in the temp. range of 600 deg.C to the transformation point +100 deg.C.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-117056

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月27日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
C 2 3 C 8/10		C 2 3 C 8/10	
C 2 2 F 1/18		C 2 2 F 1/18	H
C 2 3 C 8/02		C 2 3 C 8/02	
F 0 1 L 3/02		F 0 1 L 3/02	J
// C 2 2 F 1/00	6 3 0	C 2 2 F 1/00	6 3 0 D
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平9-277631

(22) 出願日 平成9年(1997)10月9日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 高山 勇

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
株式会社光製鐵所内

(72) 発明者 高橋 一浩

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
株式会社光製鐵所内

(72) 発明者 山崎 達夫

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
株式会社光製鐵所内

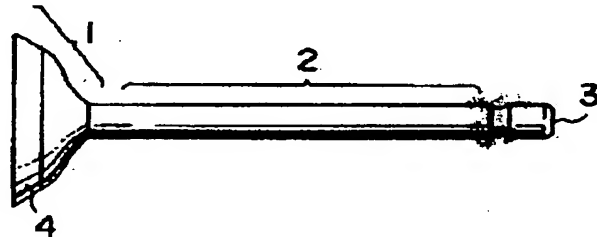
(74) 代理人 弁理士 田村 弘明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 チタン合金製エンジンバルブとその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 耐摩耗処理として安価な酸化処理を採用しても、熱処理による歪みが発生せず、酸化処理により形成される酸化硬化層が疲労強度を低下させることもないチタン合金製エンジンバルブを提供する。

【解決手段】 準安定 $\beta$ 型チタン合金からなり、少なくとも軸部の表面が酸化処理により耐摩耗性を有することを特徴とするチタン合金製エンジンバルブ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 準安定 $\beta$ 型チタン合金からなり、少なくとも軸部の表面が酸化処理により耐摩耗性を有することを特徴とするチタン合金製エンジンバルブ。

【請求項2】 さらに、傘部のフェース部が酸化処理されて耐摩耗性を有することを特徴とする請求項1記載のチタン合金製エンジンバルブ。

【請求項3】 さらに、傘部のフェース部と軸端部が酸化処理されて耐摩耗性を有することを特徴とする請求項1記載のチタン合金製エンジンバルブ。

【請求項4】 準安定 $\beta$ 型チタン合金棒を熱間加工によりバルブ粗形材とし、続いて機械加工により寸法を仕上げた後に、酸化処理により耐摩耗性を付与することを特徴とするチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

【請求項5】 熱間加工の温度域が600℃以上かつ $\beta$ 変態点+100℃以下であることを特徴とする請求項4記載のチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

【請求項6】 酸化処理の温度が700℃以上かつ $\beta$ 変態点+100℃以下であることを特徴とする請求項4又は5記載のチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

【請求項7】 酸化処理した後に、時効処理を施すことを特徴とする請求項4、5又は6記載のチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

【請求項8】 時効処理の温度域が400℃以上かつ750℃以下であることを特徴とする請求項7記載のチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動車エンジン等の内燃機関に使用される吸気用のエンジンバルブに関する。エンジンバルブをチタン合金製とすれば、エンジンの燃費や馬力を向上することができる。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のチタン合金製エンジンバルブは、競争用自動車に採用されている。チタニウム・ジルコニウム V o l . 35, No. 2, 5~7頁に記載されているように、このチタン合金製エンジンバルブは、Ti-6Al-4VやTi-6Al-2Sn-4Zr-2Mo-Si等の $\alpha+\beta$ 型チタン合金からなり、その軸部の表面はモリブデン溶射層からなる。また、軸端部はCr-Mo鋼を摩擦圧接で接合し焼き入れし、傘部のフェース部（バルブシート面）は相手材であるバルブシートを銅系材料としてエンジンバルブとして必要な耐摩耗性を確保している。

【0003】 この他に、窒化処理は熱処理歪みと強度低下に課題があると記載されている。これは、通常の $\alpha+\beta$ 型チタン合金は微細等軸組織であるために粒界面積が広く、窒化処理時の加熱温度700℃~900℃において粒界滑りが活発となり自重による変形が生じること及び粒成長による疲労強度の低下があることが指摘されて

いる。

【0004】 一方、チタン合金製エンジンバルブを市販車に適用するには、コスト低減技術が重要であり、安価な酸化または窒化処理を適用する技術が提案されている。特開平5-279835号「チタン合金バルブの製造方法」には、あらかじめバルブ素材である $\alpha+\beta$ 型チタン合金の組織を微細等軸やマルテンサイトを除く組織に調整した後に、軸部が熱間加工されない電気短縮法によりバルブ粗形材とし、仕上げ寸法に加工し、700℃以上900℃以下の加熱により、酸化または窒化または酸化と窒化を行うことで熱処理歪みを回避できることが示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 市販車向けチタンバルブの耐摩耗処理として安価な酸化処理を採用することが必須となるが、特開平5-279835号に記載されている様に、軸部が熱間加工されない電気短縮法に適用する場合には、棒の段階で組織を調整すればよいが、熱処理歪みを防止するための組織と、酸化処理により形成される酸化硬化層は、疲労強度を低下させるという欠点がある。

【0006】 さらに、傘部の径が大きく軸部の径が小さいエンジンバルブの製造において、軸部及び傘部が熱間加工される熱間押し出し法を採用することとなるが、 $\alpha+\beta$ 型チタン合金は、冷却と高加工のために微細等軸組織となりやすく、熱処理歪みが発生するという欠点がある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、本発明は以下の構成を要旨とする。

(1) 準安定 $\beta$ 型チタン合金からなり、少なくとも軸部の表面が酸化処理により耐摩耗性を有することを特徴とするチタン合金製エンジンバルブ。

(2) さらに、傘部のフェース部が酸化処理されて耐摩耗性を有することを特徴とする前記(1)記載のチタン合金製エンジンバルブ。

(3) さらに、傘部のフェース部と軸端部が酸化処理されて耐摩耗性を有することを特徴とする前記(1)記載のチタン合金製エンジンバルブ。

(4) 準安定 $\beta$ 型チタン合金棒を熱間加工によりバルブ粗形材とし、続いて機械加工により寸法を仕上げた後に、酸化処理により耐摩耗性を付与することを特徴とするチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

(5) 熱間加工の温度域が600℃以上かつ $\beta$ 変態点+100℃以下であることを特徴とする前記(4)記載のチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

(6) 酸化処理の温度が700℃以上かつ $\beta$ 変態点+100℃以下であることを特徴とする前記(4)又は(5)記載のチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

(7) 酸化処理した後に、時効処理を施すことを特徴

とする前記(4)、(5)又は(6)記載のチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

(8) 時効処理の温度域が400℃以上かつ750℃以下であることを特徴とする前記(7)記載のチタン合金製エンジンバルブの製造方法。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。図1に、本発明のチタン合金製エンジンバルブの一例を示す。図1において、1は傘部、2は軸部、3は軸端部、4はフェース部を、それぞれ示している。

【0009】まず、本発明に準安定 $\beta$ 型チタン合金を採用するのは、熱間加工後の組織であっても、安価な酸化処理時の加熱温度において、自重による変形がほとんどないからである。加えて、準安定 $\beta$ 型チタン合金は時効処理により $\alpha$ + $\beta$ 型チタン合金の疲労強度を越えることができるからである。

【0010】そして本発明では軸部を酸化処理することは必須であるが、さらに傘部のフェース部も酸化処理することで、高価な銅系バルブシートを使用しなくても良い。一方、軸端部は、リフター方式のエンジンに用いる場合は、酸化処理を適用できる。一方、ロッカアーム方式のエンジンに用いる場合は、Cr-Mo鋼を摩擦圧接で接合し焼き入れする等の方法が必要となる。

【0011】本発明のチタン合金製エンジンバルブの製造方法は、準安定 $\beta$ 型チタン合金棒から熱間押し出し法または電気短縮法等の熱間加工によりバルブ粗形材とし、続いて機械加工により寸法を仕上げた後に、酸化処理により耐摩耗性を付与し、必要に応じて時効処理を実施する。

【0012】そして本発明のチタン合金製エンジンバルブの製造方法では、600℃以上、 $\beta$ 変態点+100℃以下の温度域にて熱間加工することが好ましい。600℃未満では変形抵抗が高く、工具との焼き付きを発生しやすいからであり、 $\beta$ 変態点+100℃超では、酸化により表面肌が荒れるために、熱間加工後の表面の平滑性が損なわれるからである。準安定 $\beta$ 型チタン合金は切削・研削性が劣り、熱間加工後に平滑性が悪化するとバルブの部位により切削・研削が必要となり、加工コストの増大を招くので熱間加工後の平滑性は重要な問題である。ここで、平滑性を一層向上させるには、 $\beta$ 変態点未満での熱間加工が好ましい。

【0013】また、酸化処理の温度は700℃以上、 $\beta$ 変態点+100℃以下とするのが好ましい。700℃未

満では、軸部に耐摩耗性付与するための処理時間が著しく長くなり、 $\beta$ 変態点+100℃超では、軸部の曲がりが増大するからである。尚、フェース部の耐摩耗性を付与するには750℃~850℃にて数時間程度の酸化処理が必要となる。

【0014】さらに、時効処理を必要に応じて行う。酸化処理温度が例えば $\beta$ 変態点以上とした場合には、吸気バルブの使用温度域が室温から300℃程度であるので、準安定 $\beta$ 合金はオメガ相を析出して脆化する可能性があり、400℃以上750℃未満にて時効処理により $\alpha$ 相を析出させ $\beta$ 相の安定化を促進させてオメガ相の析出を抑制する必要がある。また、この時効処理により強度向上を同時に行うこともできる。ここで、400℃未満では、オメガ相が析出し、750℃以上では $\alpha$ 相の析出量が不十分となり $\beta$ 相の安定化が不完全となる。一方、酸化処理温度が $\beta$ 変態点以下の場合や、酸化処理後に徐冷により時効する場合は、時効処理が不要となる。

【0015】

【実施例】

【実施例1】準安定 $\beta$ 型チタン合金として、安価元素からなるTi-1.5Al-4.5Fe-6.8Mo-0.15O (通称LCB合金)  $\beta$ 変態点807℃の直径16mm棒を用いた。60mm長に切断後、780℃に加熱後直ちに、熱間押し出し法により、軸部と傘部を成形し空冷した。続いて、切削・研削加工により、長さ110mm、傘径36mm、軸径6.6mmの仕上げ寸法に加工後、780℃にて2時間ほど大気中にてバルブ全面を酸化処理し空冷した。このとき軸部の曲がり量は80mm長さ当たり3 $\mu$ m以下であり許容値10 $\mu$ m以内であった。最後に500℃にて2時間ほど大気中にて時効処理して、図1に示した形状のチタン合金製エンジンバルブを得た。

【0016】得られたバルブを4気筒エンジンに用い、6000RPMにて200時間の耐久試験を実施したところ、表1に示す通り本発明例のバルブは比較例バルブと比べ同等以上の性能であった。また、バルブ製造時の軸部とほぼ同様の加工熱処理履歴の材料の回転曲げ疲労強度試験を実施したところ表1に示す通り、本発明例のバルブの疲労強度は、比較バルブと比べ、格段に優れている。

【0017】

【表1】

素材	表面処理	エンジン試験の摩耗量	疲労強度 室温	疲労強度 300℃	備考
LCB	酸化処理	基準以下	500MPa	550MPa	本発明例
Ti-6Al-4V	酸化処理	基準以下	285MPa	330MPa	比較例1
Ti-6Al-4V	Mo溶射他	基準と同等	465MPa	400MPa	比較例2
鋼/SUH11	タフトライド	基準	420MPa	340MPa	比較例3

【0018】ここで、比較例1の表面処理は、820℃、1時間の全面酸化処理であり、その軸部の組織は針状である。比較例2の表面処理は、軸部の表面はモリブデン溶射層からなり、その軸部の組織は微細等軸であり、軸端部はCr-Mo鋼を摩擦圧接で接合し焼き入れし、傘部のフェース部（バルブシート面）は相手材であるバルブシートを鋼系材料とした。比較例3の表面処理は、570℃、1時間の全面塩浴窒化である。

【0019】ここで、エンジン試験の摩耗量は、バルブ用鋼SUH11場合のバルブフェースとバルブシートの摩耗量の和、バルブ軸部とバルブガイドの摩耗量の和、バルブ軸端部とバルブリフターの摩耗量の和、以上3項目においてバルブ用鋼SUH11場合の摩耗量の±20%以内であれば、基準と同等とし、-20%超であれば、基準以下とした。

【0020】ここで、疲労強度は、直径8mm試験片の小

野式回転曲げ疲労試験により10の7乗回にて破断しない強度を求めた。酸化処理したものは、室温よりも300℃の疲労強度が高い。

【0021】準安定β型チタン合金として、Ti-15V-3Cr-3Al-3Sn（β変態点760℃）、Ti-3Al-8V-6Cr-4Zr-4Mo（β変態点807℃）等のチタン合金を用いても、LCBと同様の結果を得た。ここでは、500℃にて8時間ほど大気中にて時効処理した。

【0022】【実施例2】準安定β型チタン合金として、安価元素からなるTi-1.5Al-4.5Fe-6.8Mo-0.15O（通称LCB合金）の溶体化状態の直径16mm棒を用いてバルブの製造条件を検討した結果を表2に示す。

【0023】

【表2】

No.	熱間加工 温度(℃)	酸化処理 温度(℃)	時効処理 温度(℃)	検討結果	備考
1	550	-	-	変形抵抗大により加工困難	比較例
2	600	780	500	良好	本発明例
3	907	780	500	良好	本発明例
4	950	780	500	熱間加工後の肌荒れ大	比較例
5	780	650	500	軸部の耐摩耗性不十分	比較例
6	780	700	500	軸部の耐摩耗性十分	本発明例
7	780	907	500	良好	本発明例
8	780	950	500	軸部曲がり大	比較例
9	780	820	350	エンジン試験中に破損	比較例
10	780	820	400	良好	本発明例
11	780	820	750	良好	本発明例
12	780	820	800	エンジン試験中に破損	比較例
13	780	700	省略	軸部の耐摩耗性十分	本発明例
14	780	780	省略	良好	本発明例

【0024】ここで、熱間加工は押し出し法を採用し、インダクションヒーターにより5～10秒間加熱後直ちに軸部を成形し、続いて傘部を成形した。また、酸化処理の時間は2時間である。ただし、907℃と950℃の場合は1時間とした。そして、時効処理の時間は2時間である。ただし、750℃と800℃の場合は、1時間とした。

【0025】検討内容は、バルブ製造上の問題と実施例1と同様のバルブのエンジン試験の摩耗量と疲労試験の疲労強度である。良好の結果のものは、バルブ製造上の

問題がなく、摩耗量と疲労強度に関してバルブ用鋼SUH11場合と比較して同等以上であることを示す。また、軸部の耐摩耗性十分の結果のものは、フェース部の摩耗量がバルブ用鋼SUH11場合と比較して多いが、バルブシートをCu-Be合金とすると同等以上となるものである。

【0026】本発明の通り、熱間加工温度が600℃以上、β変態点+100℃以下であり、酸化処理の温度が700℃以上、β変態点+100℃以下であり、時効処理の温度域が400℃以上、750℃以下である場合

に、バルブ製造上の問題がなく、バルブの摩耗特性と疲労特性が優れたものとなる。

【0027】

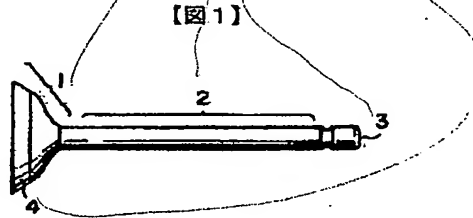
【発明の効果】本発明によれば、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金の場合に必要な組織制御が不要となり、熱処理歪みが発生することなく、チタンバルブの耐摩耗処理として安価な酸化処理を採用することができ、加えて、時効特性を利用することで疲労強度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のチタン合金製エンジンバルブを示す図面である。

【符号の説明】

- 1 傘部
- 2 軸部
- 3 軸端部
- 4 フェース部



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

C 2 2 F 1/00

識別記号

6 5 1  
6 8 0  
6 8 4  
6 8 5  
6 9 1  
6 9 4

F I

C 2 2 F 1/00

6 5 1  
6 8 0  
6 8 4 Z  
6 8 5  
6 9 1 B  
6 9 4 B